

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-320792

(43)Date of publication of application : 12.12.1997

(51)Int.Cl.

H05G 2/00

(21)Application number : 08-132408

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 27.05.1996

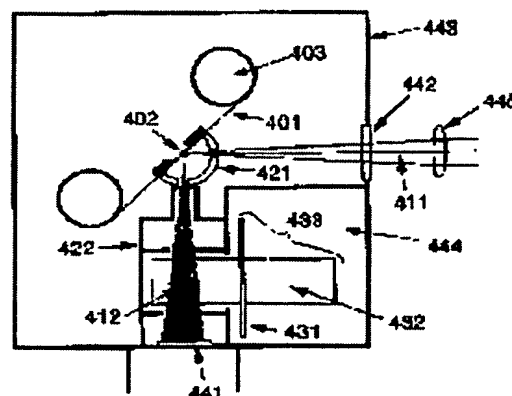
(72)Inventor : KAMITAKA NORIAKI  
KONDO HIROYUKI

## (54) X-RAY GENERATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an X-ray generator using buffer gas for inhibiting scattering particles from a plasma X-ray source, capable of reducing, adhering and deposition of the scattering particles in convenient, relative to an X-ray extracting direction and capable of being used constantly for a long time as a result, even if plasma generation is long at a short time intervals.

**SOLUTION:** An X-ray generator is constituted to irradiate a target member 401 in a pressure-reduced vacuum container 443 with an exciting energy beam 411, form a plasma 402, and extract an X-ray from the plasma 402 so that buffer gas is used to inhibit scattering particles to be radiated from the target member 401 and/or the plasma 402. In this case, the X-ray generator is provided with a scattering particle-inhibiting member 422 adjacent to or in the vicinity of a solid angle area 412, equivalent to a range in which the X-ray is to be extracted and a scattering particle dispersion inhibiting member 433, having a movable part 432 that can pass through the solid angle area 412.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-320792

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 G 2/00

識別記号

片内整理番号

P 1

H 0 5 G 1/00

技術表示箇所

K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-132408

(22) 出願日 平成8年(1996)5月27日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 神崎 典明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 近藤 存行

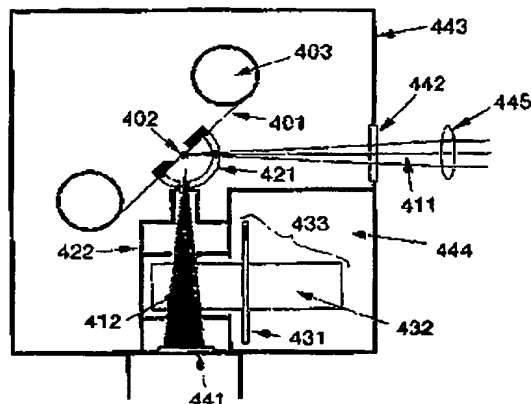
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 X線発生装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマX線源からの飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置であり、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について不都合な飛散粒子の付着、堆積を低減して、その結果、長時間安定して使用できるX線発生装置を提供すること。

【解決手段】 減圧された真空容器443内の標的部材401に励起エネルギービーム411を照射してプラズマ402を形成させ、該プラズマ402からX線を取り出すX線発生装置であり、前記標的部材401及び/又は前記プラズマ402から放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置において、前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域412に隣接または近接する飛散粒子阻止部材422を設け、かつ、該立体角領域412を通過可能な可動部432を有する飛散粒子拡散・阻止部材433を設けたことを特徴とするX線発生装置。



(2)

特開平9-320792

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧された真空容器内の標的部材に励起エネルギービームを照射してプラズマを形成させ、該プラズマからX線を取り出すX線発生装置であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスをを用いるX線発生装置において、

前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域に隣接または近接する飛散粒子阻止部材を設け、かつ、該立体角領域を通過可能な可動部を有する飛散粒子拡散・阻止部材を設けたことを特徴とするX線発生装置。

【請求項2】 減圧された真空容器内の標的部材に励起エネルギービームを照射してプラズマを形成させ、該プラズマからX線を取り出すX線発生装置であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスをを用いるX線発生装置において、

前記励起エネルギービームが通過する開口部と前記X線が通過する別の開口部を有する部材であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を遮蔽する飛散粒子遮蔽部材を前記標的部材及びプラズマの近傍に設け、かつ、前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域に隣接または近接する飛散粒子阻止部材を設け、さらに、該立体角領域を通過可能な可動部を有する飛散粒子拡散・阻止部材を設けたことを特徴とするX線発生装置。

【請求項3】 前記バッファガスは、前記真空容器内が所定の圧力範囲となるように導入、排出の制御がなされていることを特徴とする請求項1または2記載のX線発生装置。

【請求項4】 前記立体角領域内にバッファガスを導入し、かつ、該立体角領域内から飛散粒子とともにバッファガスを排出する機構をさらに設けたことを特徴とする請求項1～3記載のX線発生装置。

【請求項5】 前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子の放出量、方向分布を制御する飛散粒子制御部材であり、前記X線を取り出す方向への飛散粒子の放出量を低減させる飛散粒子制御部材をさらに設けたことを特徴とする請求項1～4記載のX線発生装置。

【請求項6】 前記飛散粒子阻止部材を冷却する冷却手段をさらに設けたことを特徴とする請求項1～5記載のX線発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、X線発生装置、X線顕微鏡、X線分析装置などのX線装置に用いて好適なX線発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 レーザー光（励起エネルギービームの一

例）を減圧された真空容器内に置かれた標的部材に集光して照射すると、標的部材は急速にプラズマ化し、このプラズマから非常に強度の高いX線が輻射（放出）される（X線を発生する）ことが知られている（例えば、このようなX線発生装置はLPX：Laser-Plasma X-ray source と呼ばれる）。

【0003】 X線の発生と共に、前記プラズマからは高速の電子やイオン等の飛散粒子が、また前記標的部材からは部材材料の飛散粒子（例えば、ガス化した材料、イオン化した材料、材料小片など）が放出されて真空容器内に飛散する（以下、これらをまとめて飛散粒子と呼ぶ）。このような飛散粒子は、清浄光学面（例えば、X線光学素子面）に衝突して、これらを酸蝕したり、或いは付着、堆積して性能や特性を低下させたり変化させるので、大きな問題であった。

【0004】 この問題点を解決するために従来の方では、X線源と清浄光学面との間に、X線透過性の高い物質（例えば、Be）からなる薄膜（以下、飛散粒子阻止用薄膜またはX線取り出しフィルターと呼ぶ）を設置して遮蔽することにより、飛散粒子が清浄光学面に到達しないようにしていた。その他の方法としては、真空容器内にX線に対する透過率の高い低原子番号のガス（例えば、Heガス）を充填することにより、或いは該ガスのガス流を形成することにより、飛散粒子にガス分子を衝突させて飛散粒子の阻止を図っていた（特開昭63-292553参照）。

【0005】 真空容器内にガスを充填した場合、プラズマや標的部材から飛び出した飛散粒子はガス分子との散乱により、飛び出したときのエネルギーをやがて失い、ガス分子の運動の中に混ざり込んでいく。そして真空容器内の部材表面や壁面に付着するか、或いは、バッファガスの導入だけでなく、排気も行っている場合には、真空ポンプによりガス分子とともに排気される。

【0006】 ところで、飛散粒子阻止用薄膜の設置により、清浄光学面への飛散粒子の付着、堆積は防げるが、そのかわり、飛散粒子阻止用薄膜上に飛散粒子が付着、堆積するので、飛散粒子阻止用薄膜のX線透過率が次第に低下する（X線取り出し方向における使用X線強度が低下する）という問題点がある。また、真空容器内にX線に対する透過率の高い低原子番号のガス（バッファガス）を充填することにより、或いは該ガスのガス流を形成することにより、飛散粒子の阻止を図る方法では、必ずしも飛散粒子を有効に阻止できるわけではないという問題点がある。

【0007】 例えば、標的部材がタンタルである場合に、十分に排気された（圧力10Pa以下）真空容器内では、飛散粒子は標的部材表面の法線方向に多く分布する。そして、真空容器内に飛散粒子阻止用のバッファガスを導入すると、飛散粒子が多く放出される方向については、ガス分子による散乱のために飛散粒子は減少する

(3)

特開平9-320792

3

4

が、散乱した飛散粒子はガス導入前には飛散粒子の放出が少なかった方向にも飛散する。

【0008】そのため、飛散粒子を阻止するためにバッファガスを使用すると、飛散粒子の放出方向の分布が均一化される。このことは、飛散粒子の放出が少ない方向については、飛散粒子の放出が多い方向と比較してガス導入の効果が小さいか、むしろ逆効果となることを示している。X線の取り出しは、飛散粒子の放出が少ない方向において行うのが一般的であり、飛散粒子の放出が少ないX線の取り出し方向について、ガス導入の効果が小さいか、むしろ逆効果となることは大きな問題点である。

【0009】特に、プラズマ近傍に飛散粒子の放出量、方向分布を制御する飛散粒子制御部材であり、前記X線を取り出す方向への飛散粒子の放出量を低減させる飛散粒子制御部材を設ける場合に、X線の取り出し方向について、ガス導入の効果が小さいか、むしろ逆効果となることは大きな問題点である。そこで、飛散粒子を阻止するためにバッファガスを使用する場合に発生する問題点を解決すべく、取り出すX線が通過する立体角領域を遮らないように該領域に隣接または近接して飛散粒子阻止部材を配置することにより、飛散粒子を阻止することが、本願と同一出願入により提案されている（特開平7-127600）。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】例えば、図6に示すように、取り出すX線が通過する立体角領域612を遮らないように該領域612に隣接または近接して飛散粒子阻止部材622を設けた従来のX線発生装置においてバッファガスを導入した場合、プラズマ602の生成により発生した飛散粒子のうち、部材622の内側に飛び込んだものは、ガス分子との衝突によりエネルギーを失い、部材622の内側を漂った後、部材622に付着することで阻止される。

【0011】ここで、プラズマ602の生成の時間間隔が長ければ、漂っている飛散粒子は、次のプラズマが生成されるまでに拡散してしまうが、プラズマが短い時間間隔で長時間にわたって発生すると、部材622内側の飛散粒子は十分に拡散することができないので、部材622の内側にガス分子と共に漂っている飛散粒子の密度が増大する。

【0012】その結果、X線取り出し窓（清浄光学面の一側）641に到達・付着する飛散粒子は増加し、飛散粒子の付着によりX線取り出し窓641のX線透過率が低下するので、X線源として安定した利用ができないという問題点がある。即ち、このようにバッファガスを真空容器内に充填し、かつ、取り出すX線が通過する立体角領域に隣接または近接して飛散粒子阻止部材を設けても、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合には、十分な飛散粒子の阻止効果が得られないという

問題点があった。

【0013】本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたもので、プラズマX線源からの飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置であり、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について不都合な飛散粒子の付着・堆積を低減して、その結果、長時間安定して使用できるX線発生装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明は第一に「減圧された真空容器内の標的部材に励起エネルギービームを照射してプラズマを形成させ、該プラズマからX線を取り出すX線発生装置であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置において、前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域に隣接または近接する飛散粒子阻止部材を設け、かつ、該立体角領域を通過可能な可動部を有する飛散粒子拡散・阻止部材を設けたことを特徴とするX線発生装置（請求項1）」を提供する。

【0015】また、本発明は第二に「減圧された真空容器内の標的部材に励起エネルギービームを照射してプラズマを形成させ、該プラズマからX線を取り出すX線発生装置であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置において、前記励起エネルギービームが通過する開口部と前記X線が通過する別の開口部を有する部材であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を遮蔽する飛散粒子遮蔽部材を前記標的部材及びプラズマの近傍に設け、かつ、前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域に隣接または近接する飛散粒子阻止部材を設け、さらに、該立体角領域を通過可能な可動部を有する飛散粒子拡散・阻止部材を設けたことを特徴とするX線発生装置（請求項2）」を提供する。

【0016】また、本発明は第三に「前記バッファガスは、前記真空容器内が所定の圧力範囲となるように導入・排出の制御がなされていることを特徴とする請求項1または2記載のX線発生装置（請求項3）」を提供する。また、本発明は第四に「前記立体角領域内にバッファガスを導入し、かつ、該立体角領域内から飛散粒子とともにバッファガスを排出する機構をさらに設けたことを特徴とする請求項1～3記載のX線発生装置（請求項4）」を提供する。

【0017】また、本発明は第五に「前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子の放出量、方向分布を制御する飛散粒子制御部材であり、前記X線を取り出す方向への飛散粒子の放出量を低減させる飛散粒子制御部材をさらに設けたことを特徴とする請求項1～4記載のX線発生装置（請求項5）」を提供する。ま

(4)

特開平9-320792

5

た、本発明は第六に「前記飛散粒子阻止部材を冷却する冷却手段をさらに設けたことを特徴とする請求項1～5記載のX線発生装置（請求項6）」を提供する。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明のプラズマX線源からの飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置においては、前記X線を取り出す箇所に相当する立体角領域に隣接または近接する飛散粒子阻止部材を設け、かつ、該立体角領域を通過可能な可動部を有する部材であり、飛散粒子を拡散及び／または阻止する飛散粒子

【0019】そのため、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について、不都合な飛散粒子の付着、堆積（飛散粒子阻止用薄膜や清浄光学面などへの付着、堆積）を低減できる。また、本発明のプラズマX線源からの飛散粒子を阻止するためにバッファガスを用いるX線発生装置においては、前記励起エネルギービームが通過する開口部と前記X線が通過する別の開口部を有する部材であり、前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子を遮

【0020】そのため、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について、不都合な飛散粒子の付着、堆積（飛散粒子阻止用薄膜や清浄光学面などへの付着、堆積）をさらに低減できる。ここで、前記従来の飛散粒子阻止部材の一例として、X線を取り出す範囲に相当する立体角領域の切断面に等しい（または略等しい）開孔を有する部材を該領域に隣接または近接させて設けた場合を考える。

【0021】かかる飛散粒子阻止部材を立体角領域に隣接させて設けても、立体角領域の切断面に等しい開孔に達するX線には、なんら影響がなく、取り出されるX線の量は変化しない。これに対して、立体角領域内に進入しようとする飛散粒子は、飛散粒子阻止部材により多くが阻止されるので、X線の取り出し方向について、不都合な飛散粒子の付着、堆積を低減することができる。

【0022】このような効果をもたらす飛散粒子阻止部材は、飛散粒子が立体角領域内に進入するのを阻止できる形状を有すればよく、開孔付きの板状の物に限定されるわけではない。また、厳密には取り出すX線光量が低下することになるが、X線を取り出す箇所に相当する立体角領域内に飛散粒子阻止部材を設けても、前記の効果が得られる。例えば、立体角領域内にあるX線の光路上に非常に薄い板を光路に沿って設ける場合である。

【0023】ところで、前述したように、バッファガス

6

を真空容器内に充填し、かつ、取り出すX線が通過する立体角領域に隣接または近接して飛散粒子阻止部材を設けても、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合には、十分な飛散粒子の阻止効果が得られないという問題が発生する。そこで、本発明のX線発生装置においては、立体角領域を通過可能な可動部を有する部材であり、飛散粒子を拡散及び／または阻止する飛散粒子拡散・阻止部材をさらに設けることで、この問題を解決している。

【0024】図1に本発明のX線発生装置（一例）にかかる各部材の配置を示す。図1に示すX線発生装置では、ガスが適度な圧力に充填された真空容器内にターゲット材（標的部材の一例）101が配置され、プラズマ102の発生位置の近傍には、励起エネルギービーム111が通過する開口部とX線が通過する別の開口部を有する部材であり、ターゲット材101及び／又はプラズマ102から放出された飛散粒子を遮蔽する飛散粒子遮蔽部材121が配置されている。

【0025】また、X線を取り出す箇所に相当する立体角領域112に隣接または近接する飛散粒子阻止部材122が設けられ、さらに、該立体角領域を通過可能な可動部132を有する部材であり、飛散粒子を拡散及び／または阻止する飛散粒子拡散・阻止部材133が設けられている。ここで飛散粒子阻止部材122は、前記立体角領域112内に配置されたX線取り出し窓（清浄光学面の一例）123に飛散粒子が衝突、付着または堆積するのを防止するためのダクト状の部材であり、立体角領域112及びX線取り出し窓123を取り囲んで設けられている。

【0026】また、飛散粒子拡散・阻止部材133は、図2に示すような形状（羽根232及び軸231）を有し、羽根（可動部の一例）132が軸131を回転軸として回転できるように構成されている。図1に示すX線発生装置では、ターゲット材101及び／又はプラズマ102から放出された飛散粒子の殆どが飛散粒子遮蔽部材121により遮蔽される。

【0027】遮蔽部材121の開口を通過して飛散粒子阻止部材122の内側に進入した飛散粒子も、バッファガス分子との散乱により進行方向を変化させながらエネルギーを失い、やがてガス分子の運動の中に混ざり込んで、部材122の内側空間を漂う。そして、該空間を漂うこの飛散粒子は、軸131のまわりに回転する羽根133に付着し（飛散粒子阻止効果）、或いは、飛散粒子拡散・阻止部材133の運動によりかき出される（飛散粒子拡散効果）ので、阻止部材122の内側空間の飛散粒子密度は低く保たれる。

【0028】そして、かき出された飛散粒子は、阻止部材122に吸着される。即ち、部材122、133の前記作用により、或いは、部材121、122、133の前記作用により、X線取り出し窓103に到達する飛散

(5)

特開平9-320792

7

8

粒子量は、これらの部材を設けない場合と比較して大きく減少する。このように、本発明のX線発生装置によれば、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について不都合な飛散粒子の付着、堆積を低減して、その結果、長時間安定して装置を使用できる（請求項1、2）。

【0029】本発明にかかる飛散粒子拡散・阻止部材133の可動部（例えば、羽根132）は、X線を取り出す立体角領域112を通過するため、X線が発生しているときに可動部が該立体角領域112内にあると、X線を遮って、X線の光量を低下させてしまう。そこで、X線が発生しているときには、飛散粒子拡散・阻止部材133の可動部が該立体角領域112内に存在しないように、可動部（例えば、羽根132）の動作（例えば、回転）の周期を制御することが好ましい。

【0030】たとえば、部材133の可動部が該立体角領域112を通過するのは、1回のプラズマの発生ごとである必要はなく、飛散粒子阻止部材122の内側空間における飛散粒子の密度が高くないうちは、数回〜数十回に一度でよい。なお、ある程度のX線光量の低下を許容できる場合には、プラズマの発生時刻と部材133の可動（例えば、回転）周期に相関がなくてもよい。これは、プラズマの発生時刻と部材133の可動周期に相関がある場合には、常に同じ領域のX線が遮られてしまう可能性があるからである。

【0031】X線露光装置など複数回のX線の照射が必要な用途ではその影響はさらに小さくなる。本発明にかかる飛散粒子拡散・阻止部材133の可動部（例えば、羽根132）は、飛散粒子拡散・阻止効果を増大させるために、X線を取り出す立体角領域112のうち、できるだけ広い領域（空間）を通過できることが好ましく、例えば、図3のような形状よりも図2のような形状が好ましい。

【0032】取り出すX線の適切な光量が得られるように、或いは、適切な飛散粒子阻止効果が得られるように、本発明にかかるバッファガスは真空容器内が所定の圧力範囲となるように導入、排出の制御がなされていることが好ましい（請求項3）。本発明にかかるバッファガスは、利用する（取り出す）波長のX線に対する吸収が少ないものが好ましく、例えば、ヘリウム、酸素、窒素、空気、アルゴン、クリプトンなどのガスのうちから、利用するX線に対する吸収が少ないものを選択すればよい。

【0033】本発明のX線発生装置においては、X線を取り出す立体角領域内にバッファガスを導入し、かつ、該立体角領域内から飛散粒子とともにバッファガスを排出する機構をさらに設けることが好ましい（請求項4）。かかる構成にすると、バッファガスの導入によりX線を取り出す立体角領域内の飛散粒子を拡散させ、また拡散させた飛散粒子とともにバッファガスを該領域内

から外側へ排出できるので、X線の取り出し方向について、不都合な飛散粒子の付着、堆積をさらに低減できる。

【0034】本発明のX線発生装置においては、標的部材及び／又はプラズマから放出される飛散粒子の放出量、方向分布を制御する飛散粒子制御部材であり、X線を取り出す方向への飛散粒子の放出量を低減させる飛散粒子制御部材をさらに設けると、X線の取り出し方向における飛散粒子阻止効果が増大するので好ましい（請求項5）。

【0035】かかる飛散粒子制御部材に用いる材料としては、例えば、タンタル、タングステン、ダイヤモンド、セラミック、ステンレスなどの高融点、又は高硬度の材料が好ましい。これは、飛散粒子制御部材がプラズマに非常に近接した位置に配置されるので、プラズマから飛来するイオンや電子の該部材表面への衝突による該部材材料の放出を防止するためである。即ち、該部材材料の放出があると飛散粒子と同様に不都合な付着、堆積が生じるので、これを防止するのである。

【0036】本発明にかかる飛散粒子阻止部材を冷却する冷却手段をさらに設けると、該部材が飛散粒子を吸着しやすくなって、阻止効果が増大するので好ましい（請求項6）。或いは、飛散粒子を吸着しやすいうように、飛散粒子阻止部材の表面を加工（例えば、つや消し加工）することも好ましい。本発明にかかる標的部材の形状は、巻き取り可能なテープ状が好ましいが、板状、バルク状、円柱状、または微粒子状でもよい。また、標的部材の材料は、Ta、Wなどが好ましい。

【0037】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0038】

【実施例】図4に標的部材としてテープ状のタンタルを用い、波長14nmのX線を取り出して利用する本実施例のX線発生装置の概略部分構成図を示す。YAGレーザー光（励起エネルギービームの一例）411が、集光レンズ445により集光されながら入射窓442を透過して、真空容器443内に入射し、タンタルターゲット（標的部材の一例）401の表面に集光される。

【0039】タンタルターゲット401は厚さ15μmのテープ形状であり、テープ上の同じ位置にレーザー光が繰り返し集光されることのないように、プラズマ発生時には、駆動手段（例えば、モーター、不図示）によりリール403を回転させてタンタルテープを巻き取っている。タンタルテープの移動速度は、一つのプラズマが生成されてから次のプラズマを生成するためのレーザー光が入射するまでに、プラズマ発生によりタンタルテープに生ずる孔の直径分以上にテープが移動する速度である。

【0040】タンタルテープターゲット401上にYA

(5)

特開平9-320792

9

10

Gレーザーは45度の入射角で入射。集光され、生成したプラズマ402から発生したX線は、YAGレーザーとは反対側の45度の方向に設けられたX線取り出し窓（清浄光学面の一例）441からX線光学系へと導かれる。プラズマ402の近傍には、ターゲット401に入射するYAGレーザー411と取り出すX線とがそれぞれ通過できる開口を有する飛散粒子遮蔽部材421が設けられており、ターゲット401及び/又はプラズマ402から放出された飛散粒子の殆どがこの飛散粒子遮蔽部材421により遮蔽される。

【0041】また、遮蔽部材421のX線取り出し用の開口付近からX線取り出し窓付近にかけて、X線を取り出す箇所に相当する立体角領域412に隣接または近接する飛散粒子阻止部材422が設けられている。ここで飛散粒子阻止部材422は、立体角領域412内に配置されたX線取り出し窓441に飛散粒子が衝突、付着または堆積するのを防止するためのダクト状の部材であり、立体角領域412及びX線取り出し窓441を取り囲んで設けられている。

【0042】真空容器443内にはバッファガスとしてKrガスが導入されると同時に排気されており、0.1 Torrの圧力を保つように制御されている。Krガスは、波長14nmのX線に対して同じ圧力ではHeと同程度の透過率を有する。前記遮蔽部材421により遮蔽されず、その開口を通過して飛散粒子阻止部材422の内側に進入した飛散粒子も、バッファガス分子との散乱により進行方向を変化させながらエネルギーを失い、やがてガス分子の運動の中に混ざり込んで、部材422の内側空間を漂う。

【0043】そして、部材422の内側空間に隣接する空間444には、立体角領域412を通過可能な羽根（可動部の一例）432を有する部材であり、飛散粒子を並散及び/または阻止する飛散粒子並散・阻止部材433が設けられている。部材433は図2に示すような形状をしており、軸431のまわりに真空中で羽根432が回転する機構（不図示）を備えている。

【0044】プラズマ402は繰り返し周波数10Hzで発生しており、部材433の羽根432は軸431を回転軸として1秒間に5回転する。部材433は2枚の羽根432を有しており、一つのプラズマが生成されてから次のプラズマが生成されるまでの間に、X線を取り出す前記立体角領域412を羽根432が通過することになる。

【0045】ここで、YAGレーザー411の発振のタイミングは、部材433の羽根432の位置と相関を持って制御されており、羽根432がX線を遮る位置（立体角領域内）にある時にはプラズマを発生させないように制御されている。ガス分子との散乱によりエネルギーを失って部材422の内側空間に漂う飛散粒子は、軸431のまわりに回転する羽根432に付着し（飛散粒子

阻止効果）、或いは、回転する羽根432によりかき出さる（飛散粒子並散効果）ので、部材422の内側空間の飛散粒子密度は低く保たれる。

【0046】部材433が設けられた空間444及び飛散粒子阻止部材422の内側空間では、真空容器443全体とは別にKrガスの導入と排気がなされているので、回転する羽根432によりかき出された飛散粒子は速やかに拡散して阻止部材422に吸着する。そのため、X線取り出し窓441に到達する飛散粒子量は、著しく減少する。

【0047】このように、本実施例のX線発生装置によれば、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について不都合な飛散粒子の付着、堆積を低減して、その結果、長時間安定して装置を使用できる。本実施例では、部材433を図2のような形状とし、1秒間に軸回りに5回転することとしたが、その形状、運動の速度はこれに限るものではない。

【0048】また、羽根の数も一対（2枚）に限定されるものではなく、図5に示すように、複数対の羽根を有する飛散粒子並散・阻止部材533により、各対の羽根が位置する各空間の飛散粒子密度の低下を図ってもよい。

【0049】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明のX線発生装置によれば、プラズマの生成が短い時間間隔で長時間にわたる場合にも、X線の取り出し方向について不都合な飛散粒子の付着、堆積を低減して、その結果、長時間安定して装置を使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】は、本発明のX線発生装置（一例）にかかる各部材を示す概略構成図である。

【図2】は、本発明にかかる飛散粒子並散・阻止部材の一例を示す概略斜視図である。

【図3】は、本発明にかかる飛散粒子並散・阻止部材として好ましくない形状の例を示す概略斜視図である。

【図4】は、実施例にかかるX線発生装置の概略構成図である。

【図5】は、別の実施例にかかるX線発生装置の概略構成図である。

【図6】は、従来のX線発生装置の概略構成図である。

【符号の説明】

101、401、501、601 線部材

102、402、502、602 プラズマ

111、411、511、611 励起レーザー光（励起エネルギービームの一例）

112、412、512、612 X線を取り出す範囲に相当する立体角領域

121、421、521、621 飛散粒子遮蔽部材

122、422、522、622 飛散粒子阻止部材



(7)

特開平9-320792

11

131, 231, 331, 431, 531 軸（飛散粒子拡散・阻止部材の構成要素の一例）

132, 232, 332, 432, 532 羽根（飛散粒子拡散・阻止部材の可動部の一例）

133, 433, 533 飛散粒子拡散・阻止部材

123, 441, 541, 641 X深取り出し窓（清浄光学面の一例）

\*

12

\*442, 542, 642 入射窓

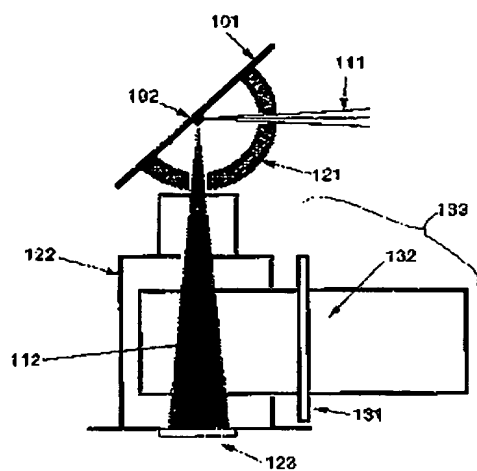
443, 543, 643 真空容器

444, 544 飛散粒子阻止部材の内側空間に隣接する空間

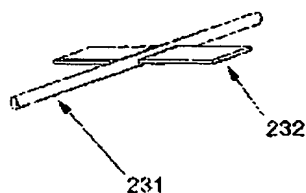
445, 545, 645 YAGレーザー集光レンズ

以上

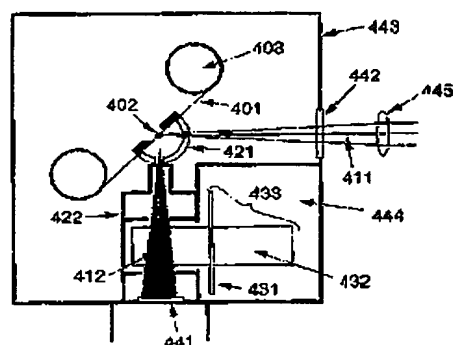
【図1】



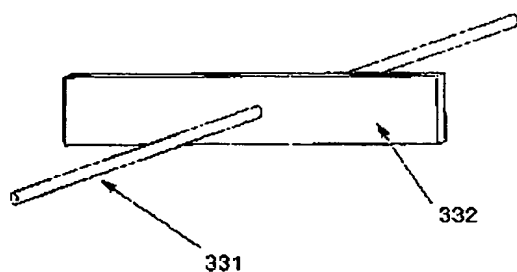
【図2】



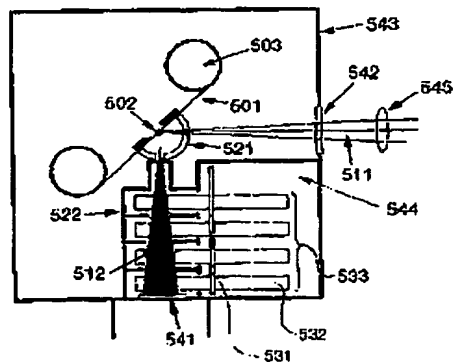
【図4】



【図3】



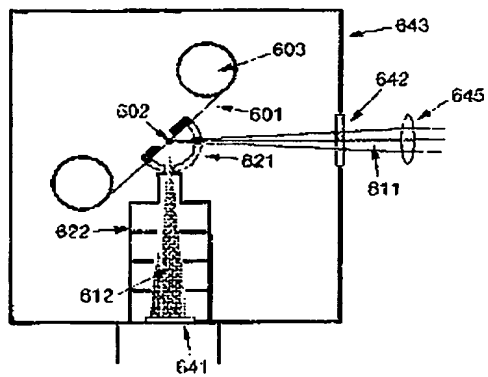
【図5】



(8)

特開平 9-320792

【図 6】



特開平9-320792

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第1区分  
 【発行日】平成15年8月29日(2003.8.29)

【公開番号】特開平9-320792  
 【公開日】平成9年12月12日(1997.12.12)  
 【年号号数】公開特許公報9-3208  
 【出願番号】特願平8-132408  
 【国際特許分類第7版】  
 H05G 2/00  
 【FI】  
 H05G 1/00 K

【手続補正音】  
 【提出日】平成15年5月27日(2003.5.27)

【手続補正1】  
 【補正対象音類名】明細書  
 【補正対象項目名】発明の名称  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【発明の名称】X線発生装置及びX線露光装置  
 【手続補正2】  
 【補正対象音類名】明細書  
 【補正対象項目名】特許請求の範囲  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【特許請求の範囲】

【請求項1】 標的部材をプラズマ化することによりX線を取り出し、かつ、放出される飛散粒子を阻止するためにバッファガスをを用いるX線発生装置であって、放出される飛散粒子が前記X線を取り出す範囲に相当する立体角領域に隣接または近接して配置された飛散粒子阻止部材と、前記立体角領域を通過可能な可動部を有する飛散粒子拡散・阻止部材を設けたことを特徴とするX線発生装置。  
 【請求項2】 前記飛散粒子を遮蔽するために、前記標的部材をプラズマ化させる励起エネルギービームが通過する開口部と、前記X線が通過する開口部を有する飛散粒子遮蔽部材を前記標的部材及びプラズマの近傍に設けたことを特徴とする請求項1に記載のX線発生装置。  
 【請求項3】 X線発生時に前記飛散粒子拡散・阻止部材が前記立体角領域内に存在しないように前記飛散粒子拡散・阻止部材の動作とX線発生とのタイミングを制御することを特徴とする請求項1～2記載のX線発生装置。  
 【請求項4】 X線発生時刻と前記飛散粒子拡散・阻止部材の動作との間に相関がないように前記飛散粒子拡散・阻止部材の動作とX線発生とのタイミングを制御することを特徴とする請求項1～3記載のX線発生装置。  
 【請求項5】 前記飛散粒子拡散・阻止部材が羽根状の

形状をしており、回転軸の周りに回転可能な構造になっていることを特徴とする請求項1～4記載のX線発生装置。

【請求項6】 前記羽根状の飛散粒子拡散・阻止部材が複数具備されていることを特徴とする請求項5記載のX線発生装置。

【請求項7】 前記バッファガスは、前記真空容器内が所定の圧力範囲となるように導入、排出の制御がなされていることを特徴とする請求項1～6記載のX線発生装置。

【請求項8】 前記立体角領域内にバッファガスを導入し、かつ、該立体角領域内から飛散粒子とともにバッファガスを排出する機構をさらに設けたことを特徴とする請求項1～7記載のX線発生装置。

【請求項9】 前記バッファガスがヘリウム、酸素、チッ素、空気、アルゴン、クリプトンのいずれを含むガスであることを特徴とする請求項1～8記載のX線発生装置。

【請求項10】 前記標的部材及び／又は前記プラズマから放出される飛散粒子の放出量・方向分布を制御する飛散粒子制御部材であり、前記X線を取り出す方向への飛散粒子の放出量を低減させる飛散粒子制御部材をさらに設けたことを特徴とする請求項1～9記載のX線発生装置。

【請求項11】 前記飛散粒子制御部材が、タンタル、タングステン、ダイヤモンド、セラミック、ステンレスのいずれかを含む材料で形成されていることを特徴とする請求項1～10記載のX線発生装置。

【請求項12】 前記飛散粒子阻止部材を冷却する冷却手段をさらに設けたことを特徴とする請求項1～11記載のX線発生装置。

【請求項13】 前記飛散粒子阻止部材の表面には、少なくともその一部につや消し加工が施されていることを特徴とする請求項1～12記載のX線発生装置。

【請求項14】 請求項1から13に記載されているX線発生装置をX線源に用いたX線露光装置。

- 補 1 -